Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 4, Oct- Nov 2019, p. 395-406

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره 4، مهر - آبان 1398، ص. 406-395

بررسی اثر پودر جوانه گندم بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی نوشیدنی کفیر

سهیلا احمدیان مسک[1]- فریده طباطبایی یزدی[2*]- سید علی مرتضوی[2]- آرش کوچکی[2]

تاریخ دریافت: 1397/08/28
تاریخ پذیرش: 1398/02/09

چکیده

جوانه گندم به‌عنوان یک ماده خام مغذی برای ترکیب در فرمولاسیون محصولات غذایی شناخته شده و دارای ارزش غذایی و دارویی فراوانی می‌باشد. در این پژوهش اثر غلظت‌های مختلف پودر جوانه گندم (1، 2 و 3 درصد) را بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (اسیدیته، pH، اتانول، ویسکوزیته ظاهری و پارامترهای رفتار جریان)، میکروبی (شمارش *Lactobacillus*، مخمرها و شمارش کلی جمعیت میکروبی) و حسی نوشیدنی کفیر در طی 24، 48 و 72 ساعت پس از تلقیح مورد بررسی قرارگرفت. مطابق نتایج حاصل از آزمون‌های انجام شده، pH نمونه‌های کفیر در زمان نگهداری کاهش و با افزایش درصد غلظت پودر جوانه گندم میزان اسیدیته افزایش یافت. بین درصدهای مختلف پودر جوانه گندم نیز در میزان تولید الکل تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (P<0/001). نمونه حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم بالاترین میزان اتانول را داشت. با افزایش درصد غلظت پودر جوانه گندم، میزان مخمرها و شمارش کلی میکروبی افزایش معنی‌داری نشان داد در حالی که میزان *Lactobacillus* کاهش یافت (P<0/001). نمونه‌های کفیر همراه با جوانه گندم، مطابق مدل قانون توان رفتار جریان غیرنیوتنی نشان دادند. ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها با افزایش درصد غلظت جوانه گندم کاهش معنی‌داری داشت (P<0/001). بر طبق نتایج ارزیابی حسی، کفیر تولید شده با یک درصد جوانه گندم بالاترین امتیاز ارزیابی کلی را طی 72 ساعت دریافت کرد.

واژه‌های کلیدی: کفیر، جوانه گندم، ویسکوزیته، شمارش میکروبی، آنالیز حسی.

مقدمه

کفیر یک نوشیدنی سنتی است که از طریق تخمیر شیر توسط دانه‌های کفیر تهیه می‌شود، این نوشیدنی به علت دارا بودن فواید سلامتی‌بخش، پیشگیری از برخی بیماری‌ها و ارزش تغذیه‌ای به‌طور فزاینده‌ای در سراسر جهان محبوب می‌باشد (Nalbantoglu *et al.*, 2014). دانه‌های کفیر شامل مجموعه‌ای از باکتری‌های اسید لاکتیک، مخمر و گاهی اوقات باکتری‌های اسید استیک در یک ماتریکس پلی‌ساکاریدی به نام کفیران[3] می‌باشند (Suriasih *et al.*, 2012). کفیر نوشیدنی گازدار با عطر و طعم مخصوص به‌خود است که مخلوطی از اسید لاکتیک، کربن دی اکسید و اتانول و سایر ترکیبات طعم‌دهنده مانند استالدئید، دی‌استیل و استوئین را داراست (Chen *et al.*, 2005). این نوشیدنی برای درمان چندین وضعیت بالینی مانند مشکلات گوارشی، فشار خون بالا، آلرژی و بیماری ایسکمیک[4] قلبی توصیه شده است. در حین تخمیر دانه کفیر، طیف وسیعی از ترکیبات زیست فعال مانند اسیدهای آلی، دی‌اکسیدکربن، هیدروژن پراکسید، اتانول، پپتیدهای زیست‌فعال، اگزوپلی‌ساکاریدها (کفیران) و باکتریوسین‌ها مشاهده گردیده، این ترکیبات ممکن است به‌طور مستقل یا با هم برای ایجاد فواید سلامتی‌بخش گوناگون مرتبط با مصرف کفیر عمل کنند (Leite *et al.*, 2013). کفیر با نام‌های kefyr، kephir، kefer، kiaphur، knapon، kepi و kippi شناخته شده است (Rattray *et al.*, 2011). امروزه محبوبیت آن در سراسر جهان گسترش یافته و به‌عنوان محصولی سالم با ارزش تغذیه‌ای بالا در اروپا، آسیا و جنوب و شمال آمریکا مطرح می‌باشد (Plessas *et al.*, 2016).

جوانه گندم حدود 2 تا 3 درصد وزن کل دانه را داراست و از آنجا که بر کیفیت فرایند و نگهداری آرد اثر مضر می‌گذارد به‌طور سیستماتیک در طول آسیاب کردن حذف می‌شود (Rizzello *et al.*, 2011). جوانه گندم به‌عنوان یک ماده خام مغذی برای ترکیب در فرمولاسیون محصولات غذایی یا به‌عنوان یک غذا در جای خودش شناخته شده و تقریبا دارای 8 تا 14 درصد روغن (متوسط 10 درصد) بوده که به‌طور عمده در صنایع پزشکی و لوازم آرایشی کاربرد دارد. متاسفانه مقدار زیادی از جوانه تولید شده در حال حاضر در تولید خوراک دام مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mahmoud *et al.*, 2015). بر اساس

1 و 3- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
(* - نویسنده مسئول: Email: Tabatabai@um.ac.ir)

DOI: 10.22067/ifstrj.v15i4.76680

3 Kefiran
4 Ischemic

تجزیه و تحلیل شیمیایی، جوانه گندم شامل منیزیم، روی، کلسیم، سلنیم، سدیم، پتاسیم، فسفر، کروم و آنتی‌اکسیدان‌ها از جمله بتاکاروتن (برای ویتامین A)، ویتامین E، ویتامینC، ویتامین B_{12}، ویتامین B_6، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، اسید فولیک، آهن، اسیدهای آمینه ضروری، آنزیم‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع عمدتا اولئیک، لینولئیک و آلفالینولئیک اسید بوده لذا دارای ارزش غذایی و دارویی قابل توجهی می‌باشد (Ataollahi *et al*., 2015). شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد جوانه گندم اثرات فیزیولوژیک مفیدی در حفظ کلسترول در سطح نرمال و کاهش بالقوه میکروارگانیسم‌های پاتوژن دستگاه گوارش دارد (Moreira-Rosário *et al*., 2016). همچنین به تازگی پتانسیل جوانه گندم فراوری شده در پیشگیری و درمان سرطان‌زایی به اثبات رسیده است (Rizzello *et al*., 2011). به‌طور کلی هدف از این پژوهش بررسی اثر غلظت‌های مختلف پودر جوانه گندم بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی نوشیدنی کفیرمی‌باشد.

مواد و روش‌ها

آغازگر (مایه کشت)

آغازگر مورد استفاده، آغازگر صنعتی با نام تجاری ABT_2 حاوی *Lactobacillus delbrueckii* ،*Streptococcus thermophilus* ،*Bifidobacterium subsp. bulgaricus* و از نوع DVS[1] و به‌صورت خشک شده انجمادی (لیوفیلیزه) بوده که از طریق نمایندگی شرکت کریستین هانسن (دانمارک) دریافت گردید، از مخمر *Saccharomyces cerevisiae* تولید شده توسط شرکت ساف لیفور (فرانسه) استفاده شد. شیر مورد نیاز نیز از مجتمع پایلوت صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد تهیه گردید. جوانه گندم مورد استفاده محصول شرکت صنایع غذایی ایثار قاینات بوده که با استفاده از آسیاب پودر گردید و دانه‌بندی ذرات با الک با مش 250 صورت گرفت و نهایتا تمامی مواد (شیمیایی) استفاده شده در این پژوهش از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

تولید کفیر

پودر جوانه گندم تثبیت شده با بخار (Srivastava *et al*., 2007) در سه سطح 1، 2 و 3 درصد همراه با آغازگر DVS و مخمر *Saccharomyces cerevisiae* در دمای 25 درجه سانتی‌گراد به شیر پاستوریزه و هموژنیزه پرچرب تلقیح و به گرمخانه با دمای 25 درجه سانتی‌گراد انتقال یافت. با رسیدن نمونه‌ها به pH: 4/6 از گرمخانه خارج و به یخچال با دمای 5 درجه سانتی‌گراد منتقل شد. آزمون‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی طی 24، 48 و 72 ساعت پس از تلقیح انجام گرفت (Kök-Taş *et al*., 2013).

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی نوشیدنی کفیر

pH و اسیدیته

pH کفیر به‌وسیله دستگاه pHمتر (Metrohm، سوئیس) دیجیتال اندازه‌گیری شد، همچنین میزان اسیدیته نمونه‌ها نیز بر حسب غلظت اسید لاکتیک به‌وسیله تیتراسیون با محلول هیدروکسید سدیم N/10 با استفاده از فنل فتالئین به‌عنوان شناساگر اندازه‌گیری شد (استاندارد ملی ایران شماره 2852).

اندازه گیری الکل به روش اسپکتروسکوپی

اندازه‌گیری الکل به روش اسپکتروسکوپی مطابق روش Sayyad و همکاران (2015) انجام گرفت بدین صورت که مقدار 2/5 میلی‌لیتر از نمونه کفیر با مقدار مساوی آب مقطر رقیق شده و با 5 میلی‌لیتر TBP[2] به مدت 15 دقیقه مخلوط گردید، سپس لوله‌ها در دمای اتاق قرار داده شد تا جداسازی فاز صورت گیرد. در گام بعد از لایه بالایی برای اکسیداسیون دی‌کرومات استفاده شد. سپس محلول‌های استاندارد اتانول با رقیق کردن مقدار مشخصی از اتانول خالص با استفاده از آب مقطر و انجام فرآیند مشابه آماده گردید و نهایتا اکسیداسیون دی‌کرومات و تجزیه و تحلیل اسپکتروفتومتری انجام شد. بدین صورت که 3 میلی‌لیتر از لایه TBP به لوله جدید انتقال داده شده و با 3 میلی‌لیتر از معرف دی‌کرومات با تکان دادن در 150 rpm به مدت 10 دقیقه مخلوط گردید، سپس لایه پایینی از آن جداشده و مقدار جذب آن در طول موج 595 nm با استفاده از اسپکتروفتومتر سیگما (625 nm, 30-3 k) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری ویسکوزیته

اندازه‌گیری رفتار جریان با استفاده از ویسکومتر چرخشی (DV3 ultra، بروکفیلد، آمریکا) در دمای 5 درجه‌سانتی گراد توسط اسپیندل شماره 3، در محدوده سرعت برشی 1 تا 80 بر ثانیه انجام گرفت (Liu & Lin, 2000). برازش داده‌های تجربی نمونه‌ها با به‌کارگیری مدل قانون توان انجام شد.

آزمون میکروبی

شمارش *Lactobacillus* بر محیط کشت MRS agar[3] در دمای 37 درجه سانتی‌گراد به مدت 3 روز، شمارش مخمرها نیز بر محیط کشت YGC agar[4] در دمای 25 درجه سانتی‌گراد به مدت 5 روز (Kök-Taş *et al*., 2013) و شمارش کلی بر محیط کشت PCA[5] در

1 Direct Vat Set
2 tri-n-butyl phosphate
3 Man Rogosa Sharpe
4 Yeast extract Glucose Chloramphenicol
5 Plate Count Agar

دمای 30 درجه سانتی‌گراد به مدت دو روز انجام گرفت (Krasaekoopt *et al.*, 2004).

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها با استفاده از روش هدونیک 5 نقطه‌ای انجام شد. ویژگی‌های مورد بررسی در این آزمون شامل بافت، رنگ، طعم، بو و پذیرش کلی بوده که این ویژگی‌ها توسط 10 نفر از دانشجویان آموزش دیده گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد مورد ارزیابی قرار گرفتند (Kök-Taş *et al*., 2013).

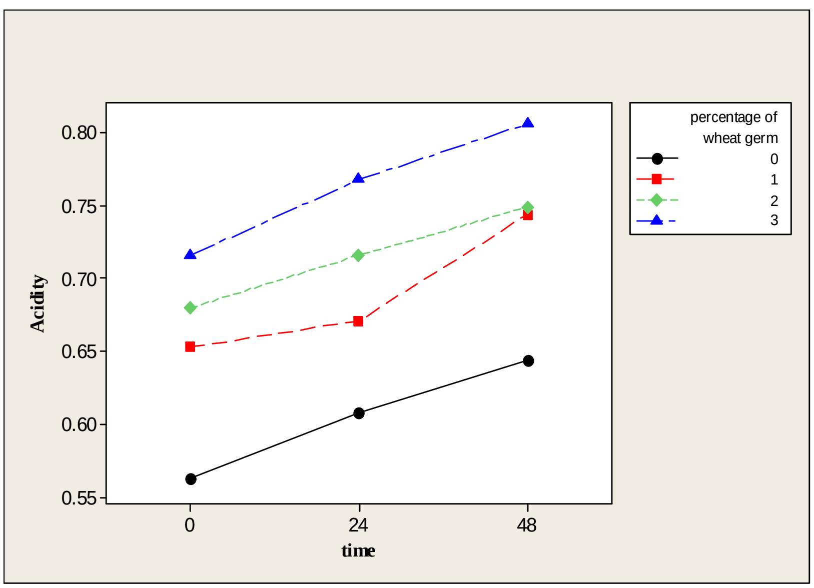
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آنالیز آماری با نرم افزار مینی‌تب ورژن 16 (با 3 تکرار) و آنالیز واریانس با استفاده از مدلسازی خطی GLM انجام شد، همچنین برای تعیین تفاوت میان میانگین‌ها، آزمون توکی به‌کار گرفته شد.

نتایج و بحث

pH و اسیدیته

pH یک فاکتور مهم است که می‌تواند بر کیفیت محصولات تخمیری تاثیر زیادی بگذارد، pH معمول در کفیرهای تولید شده در کارخانجات لبنی بین 4/3 تا 4/4 می‌باشد (Bylund, 1995). به‌طور کلی مقادیر اندازه‌گیری شده در این پژوهش مطابق با سایر پژوهش‌های مختلف انجام شده بود (Dadkhah *et al*., 2011, Kök-Taş *et al*., 2013, Gul *et al*., 2015). Doğan (2011) pH:4/65 را برای کفیر تولید شده از شیر و برای کفیرهای تولید شده با اضافه کردن مقادیر مختلف عسل بین 4/04 تا 4/64 ثبت نمود. نتایج بررسی‌های انجام شده (جدول1)، حاکی از کاهش میزان pH نمونه‌های کفیر در زمان نگهداری بود (P<0/001) و در روز اول بین 4/58 تا 4/64 ثبت گردید. دلیل اصلی برای کاهش pH تشکیل برخی اسیدهای آلی، اتانول، دی‌اکسید کربن و دیگر ترکیبات فرار می‌باشد (Zajšek & Goršek, 2010). کاهش pH در طی زمان نگهداری مشابه نتایج حاصل از بررسی‌ها و مطالعات سایر پژوهشگران (Irigoyen *et al*., 2005, Grønnevik *et al*., 2011) است و این روند همچنین در سایر محصولات تخمیری نظیر ماست نیز اتفاق می‌افتد (Abrahamsen & Holmen, 1981, Katsiari *et al*., 2002). در بررسی‌های آماری انجام شده مشاهده گردید با افزایش درصد غلظت جوانه گندم، در میزان کاهش pH تفاوت معنی‌داری ایجاد نشده است (P>0/05). اسید لاکتیک محصول عمده کاتابولیز لاکتوز توسط فلور میکروبی است که به محصول تولید شده مزه ترش و اسیدی می‌دهد. با تولید تدریجی اسید لاکتیک میسل کازئین ناپایدار شده و به دنبال آن پروتئین‌های آب پنیر به علت حل شدن فسفات کلوئیدی دناتوره می‌گردد (Tamime & Robinson, 1999). بر اساس نتایج حاصل از آزمون‌های انجام شده اسیدیته تمامی نمونه‌ها در زمان نگهداری افزایش یافت (P<0/001) که همانند نتایج سایر پژوهشگران (Dimitreli *et al*., 2013, Gul *et al*., 2015) می‌باشد.



شکل 1- اثر متقابل درصد جوانه گندم و زمان بر روی میزان اسیدیته

میزان اسیدیته در نمونه شاهد در مقایسه با نمونه‌های حاوی پودر جوانه گندم مقدار پایین‌تری نشان می‌داد که مطابق با نتایج Seleet و همکاران (2016) بود که نشان دادند اضافه کردن دوغاب جوانه گندم اسیدیته را در طی فرایند تخمیر شیر افزایش می‌دهد. طی بررسی‌های آماری مشاهده گردید که با افزایش درصد غلظت پودر جوانه گندم میزان اسیدیته نیز افزایش یافته و نمونه حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم بالاترین میزان اسیدیته را دارا می‌باشد (P<0/001)، احتمالا در نمونه شاهد لاکتوز، قندی است که متابولیزه می‌شود ولی در نمونه‌های حاوی جوانه گندم علاوه بر لاکتوز، قند موجود در جوانه گندم نیز توسط فلور میکروبی متابولیزه می‌گردد. مطابق شکل 1، میزان اسیدیته نمونه‌های حاوی 1 و 2 درصد پودر جوانه گندم در زمان 72 ساعت پس از تلقیح تقریبا مشابه بوده و با نمونه حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم اختلاف زیادی دارد. این نتایج از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا اسید لاکتیک طعم مطبوعی را فراهم کرده و رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا را به علت افزایش اسیدیته مهار می‌کند (Puerari *et al*., 2012).

الکل

حضور اتانول در تولید کفیر دارای اهمیت ویژه‌ای است زیرا عطر و طعم الکلی ملایمی به کفیر داده و همراه با دی‌اکسیدکربن از تخمیر مخمر حاصل می‌شود. بین کاهش محتوای مواد جامد محلول و افزایش شکل‌گیری اتانول، اسید لاکتیک، استیک اسید و دی‌اکسیدکربن همبستگی زیادی وجود دارد (Corona *et al*., 2016). میزان اتانول موجود در کفیر متفاوت (0/01 تا 1 درصد) و به کشت آغازگر، زمان تخمیر، دما و نوع ظرف بستگی دارد (Chen *et al*., 2005). بنابراین میزان الکل باید کافی باشد تا کفیر عطر و طعم ملایم اسیدی به خود بگیرد. مطالعات متعدد انجام شده مقادیر مختلفی از سطح اتانول پایین در نوشیدنی‌های کفیر با مواد مختلف را نشان داده‌اند از جمله g/l 10-0/05 درشیر گاو، g/l 0/12 در محلول شکر قهوه ای و تقریبا g/l 11 در آب پنیر (Puerari *et al*., 2012). مطالعه Liu و Lin (2000) نشان داد که اضافه کردن یک درصد گلوکز یا لاکتوز به شیر سویا تولید اتانول را افزایش می‌دهد. مطابق داده‌های جدول 1، نمونه حاوی سه درصد پودر جوانه گندم دارای بالاترین مقدار اتانول بوده و پایین‌ترین میزان اتانول متعلق به نمونه شاهد است، همچنین در زمان نگهداری افزایش قابل توجهی در میزان اتانول دیده می‌شود (P<0/001)، که مطابق نتایج سایر پژوهشگران (Grønnevik *et al*., 2011, Gul *et al*., 2015) می‌باشدکه در مطالعات آن‌ها نیز میزان اتانول تولیدی در طول دوره نگهداری افزایش می‌یابد.

جدول 1- اثر سطوح مختلف پودر جوانه گندم بر تغییرات الکل، اسیدیته و pH نمونه‌های کفیر در زمان نگهداری

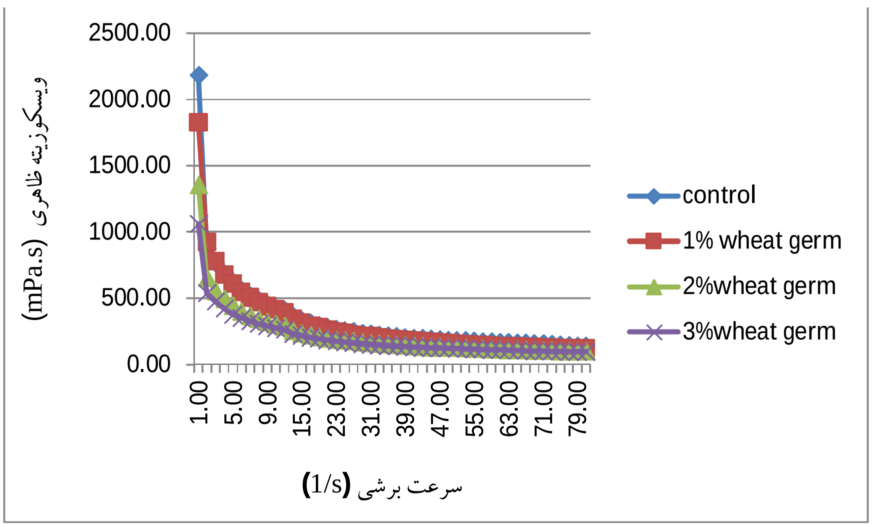
نمونه و زمان نگهداری	الکل	اسیدیته	pH
شاهد			
24h	0/006±0/0004^J	0/56±0/006^H	4/60±0/007^AB
48h	0/01±0/001^I	0/60±0/006^G	4/49±0/021^BCD
72h	0/013±0/0004^H	0/64±0/006^F	4/44±0/021^D
%1			
24h	0/11±0/0004^G	0/65±0/006^EF	4/58±0/014^ABC
48h	0/12±0/00^F	0/67±0/006^DE	4/47±0/007^CD
72h	0/14±0/0002^D	0/74±0/004^B	4/46±0/007^D
%2			
24h	0/12±0/0004^F	0/67±0/006^D	4/61±0/049^A
48h	0/13±0/0004^E	0/71±0/006^C	4/47±0/056^CD
72h	0/14±0/00^C	0/74±0/010^B	4/43±0/042^D
%3			
24h	0/142±0/0003^D	0/71±0/006^C	4/64±0/014^A
48h	0/147±0/00^B	0/76±0/003^B	4/475±0/021^CD
72h	0/15±0/00^A	0/80±0/006^A	4/445±0/007^D

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها می‌باشد (P<0/05).

بین درصدهای مختلف پودر جوانه گندم نیز در میزان تولید الکل تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<0/001)، بدین صورت که با افزایش درصد غلظت جوانه گندم میزان اتانول تولیدی افزایش یافت. این تفاوت در میزان اتانول تولیدی در نمونه‌های مختلف را می‌توان به تفاوت در میزان مخمرها نسبت داد، بدین صورت که نمونه‌های دارای مخمر بالاتر میزان اتانول بالاتری تولید می‌کنند علاوه بر این نمونه‌های حاوی جوانه گندم دارای میزان قند بالاتری نسبت به نمونه شاهد بوده و مخمرها لاکتوز و سایر قندها را برای تولید اتانول در طی تخمیر الکلی مورد استفاده قرار می‌دهند (Kwak *et al*., 1996).

خواص رئولوژیکی

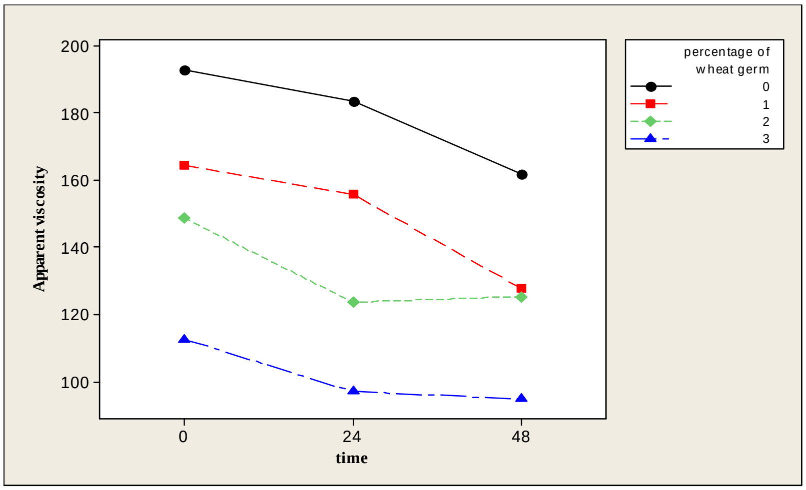
چندین مدل رئولوژیکی برای برازش داده‌های ویسکومتری نوشیدنی‌های لبنی تخمیر شده به کارگرفته شده است. باتوجه به اینکه ضریب همبستگی مدل قانون توان برای تمامی نمونه‌ها بالای 0/96 بود، در این پژوهش از این مدل استفاده گردید. ویسکوزیته نمونه‌های کفیر به‌عنوان تابعی از سرعت برشی به‌صورت گرافیکی در شکل 2، نشان داده شده است. کاهش می‌یابد که نشان دهنده رفتار غیرنیوتنی می‌باشد. ویسکوزیته تمامی نمونه‌ها در روز اول در دامنه بین mpa.s 193/07 و 112/61 mpa.s قرار داشته، نمونه شاهد دارای بالاترین میزان ویسکوزیته ظاهری (193/07 mpa.s در 24 ساعت پس از تلقیح و 161/82 mpa.s در 48 ساعت پس از تلقیح) و نمونه حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم از پایین‌ترین میزان ویسکوزیته ظاهری برخوردار بود (112/61 mpa.s در 24 ساعت پس از تلقیح و 94/76 mpa.s در 48 ساعت پس از تلقیح) بنابراین با افزایش درصد غلظت پودر جوانه گندم ویسکوزیته ظاهری کاهش می‌یابد (P<0/001) همچنین کاهش میزان ویسکوزیته ظاهری در نمونه‌های کفیر طی زمان نگهداری نیز مشاهده گردید (P<0/05) که مطابق با نتایج Irigoyen و همکاران (2005)، Doğan (2011) و Kök-Taş و همکاران (2013) است.



شکل 2- ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های کفیر به‌عنوان تابعی از سرعت برشی در روز اول

به‌طورکلی ویسکوزیته تمامی نمونه‌ها با افزایش سرعت برشی این کاهش ویسکوزیته ظاهری می‌تواند با هیدرولیز اگزوپلی‌ساکارید به مونومرهای آن توسط گلیکوهیدرولاز توضیح داده شود. مطابق نتایج Pham و همکاران (2000) کاهش گرانروی در طول فرایند تخمیر مشاهده و در طول مدت نگهداری در یخچال ادامه پیدا می‌کند. به همین ترتیب Bensmira و همکاران (2010) نشان دادند که در طی فرایند تخمیر (h 30<) میزان اگزوپلی‌ساکارید تولید شده توسط میکروفلور کفیر کاهش می‌یابد. بنابراین به‌نظر می‌رسد کاهش سطح اگزوپلی‌ساکارید منجر به کاهش ویسکوزیته کفیر شده و نتایج به‌دست آمده با یافته‌های سایر پژوهشگران که ماست تولید کرده بودند متفاوت می‌باشد، به‌طوری که طبق نتایج آن‌ها در دوره نگهداری میزان ویسکوزیته در نمونه‌های ماست افزایش یافته است (Abrahamsen & Holmen, 1980, Katsiari *et al*., 2002). مطابق شکل 3، ویسکوزیته ظاهری نمونه حاوی 1 و 2 درصد پودر جوانه گندم در زمان 72 ساعت پس از تلقیح مشابه بوده و با نمونه حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم اختلاف نسبتا زیادی را نشان می‌دهد که این امر می‌تواند به اسیدیته مشابه نمونه‌های 1 و 2 درصد پودر جوانه گندم در زمان 72 ساعت پس از تلقیح مربوط باشد. همانطور که در جدول2 مشاهده می‌گردد، شاخص رفتار جریان برای تمامی نمونه‌ها زیر یک بود که نشان‌دهنده رفتار غیرنیوتنی است که با نتایج سایر پژوهشگران (Doğan,

مشابهت (2011, Dimitreli *et al*., 2013, Kök-Taş *et al*., 2013 دارد. با افزایش درصد غلظت جوانه گندم مقدار n افزایش یافته (P<0/001)، همچنین در زمان نگهداری نیز میزان آن از روند افزایشی برخوردار است (P<0/05) که ناشی از کاهش میزان ضریب قوام و نزدیک شدن رفتار به حالت نیوتنی است. بالاترین میزان ضریب قوام مربوط به نمونه شاهد و پایین‌ترین میزان آن نیز مربوط به نمونه حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم می‌باشد. مقادیر شاخص قوام بزرگتر نشانگر قوام ویسکوز بیشتر است (Batista *et al*., 2006). با افزایش غلظت جوانه گندم میزان k کاهش یافته (P<0/001) و طی زمان نگهداری نیز از میزان آن کاسته می‌شود (P<0/001) که این نتایج می‌تواند به علت محیط اسیدی در نمونه‌های کفیر همراه با جوانه گندم باشد که با مطالعه Doğan (2011) که بر اساس آن ضریب قوام با افزایش غلظت عسل در نمونه‌های کفیر کاهش پیدا کرده، مطابقت دارد.



شکل 3- اثر متقابل درصد جوانه گندم و زمان بر روی میزان ویسکوزیته ظاهری

جدول 2- اثر سطوح مختلف پودر جوانه گندم بر تغییرات n، k و ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های کفیر در زمان نگهداری

نمونه و زمان نگهداری	n	k	ویسکوزیته ظاهری
شاهد			
24h	0/353±0/021[C]	2/26±0/141[A]	193/07±11/68[A]
48h	0/361±0/021[C]	2/124±0/2[AB]	183/49±17/45[AB]
72h	0/398±0/021[BC]	1/785±0/318[ABC]	161/82±28/77[ABC]
%1			
24h	0/40±0/002[BC]	1/68±0/10[ABCD]	164/45±12/14[ABC]
48h	0/41±0/012[ABC]	1/50±0/075[BCDE]	155/85±15/57[ABCD]
72h	0/46±0/016[ABC]	1/09±0/199[DEF]	127/76±8/018[BCDE]
%2			
24h	0/40±0/048[ABC]	1/79±0/00[ABC]	148/82±12/69[ABCDE]
48h	0/44±0/025[ABC]	1/17±0/199[CDEF]	133/67±9/60[BCDE]
72h	0/47±0/015[ABC]	1/05±0/073[DEF]	125/34±6/90[BCDE]
%3			
24h	0/45±0/067[ABC]	0/947±0/156[EF]	112/61±10/67[CDE]
48h	0/49±0/01[AB]	0/695±0/105[F]	97/00±18/33[DE]
72h	0/53±0/052[A]	0/694±0/119[F]	94/76±18/027[E]

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها می‌باشد (P<0/05).

شمارش میکروبی

جدول 2، میانگین تغییرات ویژگی‌های میکروبی (تعداد *Lactobacillus*، مخمرها و شمارش کلی) نمونه‌های کفیر طی 24، 48 و 72 ساعت پس از تلقیح در دمای 4 درجه‌سانتی گراد را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های جدول مذکور نمونه حاوی 1 درصد پودر جوانه گندم با 9/24 log cfu/ml در زمان 24 ساعت پس از تلقیح بالاترین میزان *Lactobacillus* را داشته و با افزایش درصد غلظت پودر جوانه گندم، میزان *Lactobacillus* کاهش یافته (P<0/001) که این امر می‌تواند مربوط به افزایش میزان مخمرها باشد. نمونه شاهد دارای *Lactobacillus* کمتری در مقایسه با نمونه‌های حاوی جوانه گندم بود، همچنین مقدار *Lactobacillus* در طی زمان نگهداری در تمامی نمونه‌ها کاهش نشان داد (P<0/001) که مطابق با نتایج Irigoyen و همکاران (2005)، Simova و همکاران (2002)، Kök-Taş و همکاران (2013) و Gronnevik و همکاران (2011) است. این کاهش در تعداد *Lactobacillus* ممکن است به علت کاهش میزان pH در طول زمان نگهداری باشد، pH اپتیمم برای رشد آن‌ها بین 5 تا 9 بوده و نشان می‌دهد که رشد آن‌ها در pH پایین‌تر از 4/5 مهار شده است (Cruz *et al.*, 2011) فاکتورهای اصلی کاهش زنده‌مانی بعضی از گونه‌های باکتری در شیرهای تخمیر شده، کاهش میزان pH در دوره نگهداری (پس از اسیدی شدن) و انباشته شدن اسیدهای آلی می‌باشد (Shah, 2000). این بازدارندگی به کاهش pH داخل سلولی باکتری مربوط است که توسط فرم تفکیک نشده اسید لاکتیک که باعث فروپاشی گرادیان الکتروشیمیایی پروتئین‌ها در سلول‌های حساس شده ایجاد می‌گردد (Cruz *et al.*, 2011). در رابطه با میزان مخمرها، با افزایش درصد غلظت جوانه گندم میزان مخمرها افزایش یافته و بالاترین میزان مربوط به نمونه حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم بوده و نمونه شاهد دارای مخمر پایین‌تری نسبت به سایر نمونه ها می‌باشد (P<0/001) که این امر به خواص تغذیه‌ای بالای جوانه گندم مربوط است، همچنین طی زمان نگهداری نیز میزان مخمرها روند افزایشی نشان دادند (P<0/001) که مطابق با نتایج Grønnevik *et al* (2011), Kök-Taş *et al* (2013) می‌باشد از طرفی با افزایش درصد غلظت جوانه گندم شمارش کلی میکروبی افزایش یافت (P<0/001) و نمونه شاهد در مقایسه با نمونه‌های حاوی جوانه گندم دارای پایینترین میزان شمارش میکروبی و نمونه حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم با 9/57 log cfu/ml در زمان 24 ساعت پس از تلقیح دارای بالاترین میزان شمارش کلی میکروبی بود و در طول زمان نگهداری نیز شمارش کلی میکروبی نمونه‌ها کاهش یافته است (P<0/001).

جدول 3- تعداد *Lactobacillus*، مخمرها و شمارش کلی میکروبی نمونه‌های کفیر در زمان نگهداری

نمونه و زمان نگهداری	شمارش کلی میکروبی	مخمر	*Lactobacillus*
شاهد			
24h	^{I}0/002±6/99	^{I}0/007±4/06	^{J}0/007±6/58
48h	^{J}0/007±6/89	^{H}0/007±4/22	^{K}0/007±6/32
72h	^{K}0/007±6/78	^{G}0/007±4/37	^{L}0/007±6/07
%1			
24h	^{D}0/007±8/64	^{F}0/007±5/13	^{A}0/007±9/24
48h	^{F}0/007±8/40	^{E}0/007±5/36	^{C}0/007±8/63
72h	^{H}0/007±8/15	^{BC}0/007±5/58	^{E}0/007±8/11
%2			
24h	^{C}0/00±8/72	^{E}0/007±5/37	^{B}0/00±9/15
48h	^{E}0/00±8/44	^{D}0/007±5/49	^{D}0/00±8/47
72h	^{H}0/00±8/16	^{BCD}0/063±5/56	^{G}0/00±7/70
%3			
24h	^{A}0/007±9/57	^{CD}0/00±5/53	^{F}0/00±7/90
48h	^{B}0/007±8/92	^{B}0/00±5/61	^{H}0/00±7/50
72h	^{G}0/007±8/26	^{A}0/00±5/69	^{I}0/00±7/10

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها می‌باشد (P<0/05).

ویژگی‌های حسی

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های کفیر در 24 و 48 و 72 ساعت پس از تلقیح در جدول4، نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات جدول مذکور نمونه حاوی یک درصد پودر جوانه گندم در زمان 72 ساعت پس از تلقیح با 4/25، 4/05، 4/2 و 4/6 بالاترین امتیازها را به‌ترتیب برای پذیرش کلی، بو، بافت و طعم دریافت نمود و بالاترین امتیاز رنگ طی

این مدت معادل 4/85 به نمونه شاهد تعلق گرفت. مدت زمان نگهداری سبب افزایش امتیازهای بافتی نمونه‌های حاوی پودر جوانه گندم و نمونه شاهد گردید (P<0/001). نمونه شاهد دارای امتیاز بافتی پایین‌تری نسبت به نمونه‌های حاوی 2 و 1 درصد پودر جوانه گندم بوده ولی نسبت به نمونه‌های حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم از امتیاز بافتی بالاتری برخوردار گردید (P<0/05). به‌طور کلی در طول زمان نگهداری امتیاز طعمی که نمونه‌ها دریافت نمودند افزایش یافت (P<0/001) و با افزایش درصد غلظت جوانه گندم نمونه‌ها امتیاز طعمی پایین‌تری دریافت نمودند، همچنین بالاترین امتیاز طعمی را نمونه حاوی 1 درصد پودر جوانه گندم و پس از آن نمونه شاهد دریافت نمود و پایین‌ترین امتیاز به نمونه حاوی 3 درصد جوانه گندم اختصاص یافت (P<0/001). مطابق مندرجات جدول3، در طول زمان نگهداری امتیاز رنگی که نمونه‌ها دریافت نمودند افزایش یافت (P<0/05). ارزیابان بالاترین امتیاز رنگی را به نمونه شاهد و پس از آن به نمونه حاوی 1 درصد پودر جوانه گندم دادند و پایین‌ترین امتیاز به نمونه‌های حاوی 3 درصد جوانه گندم تعلق گرفت که این امر به علت افزایش درصد غلظت جوانه گندم و در نتیجه تیره شدن رنگ نمونه‌ها می‌باشد (P<0/001). در طول زمان نگهداری امتیاز بویی که نمونه‌ها دریافت نمودند افزایش یافت (P<0/001). نمونه شاهد دارای امتیاز بویی پایین‌تر نسبت به نمونه‌های حاوی 2 و 1 درصد پودر جوانه گندم بوده ولی نسبت به نمونه‌های حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم امتیاز بالاتری را اخذ نمود (P<0/05). بالاترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به نمونه حاوی 1 درصد پودر جوانه گندم و پس از آن مربوط به نمونه شاهد بوده و پایین‌ترین امتیاز پذیرش کلی به نمونه حاوی 3 درصد پودرجوانه گندم اختصاص یافت (P<0/001)، همچنین در طول زمان نگهداری امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها افزایش یافت (P<0/001).

جدول 4- ارزیابی حسی نمونه‌های کفیر در زمان نگهداری

نمونه و زمان نگهداری	پذیرش کلی	بو	رنگ	بافت	طعم
شاهد					
24h	3/2±0/14^DE	3±0/14^EF	4/45±0/07^AB	2/9±0/14^CD	3/3±0/14^CD
48h	3/65±0/07^BCD	3/6±0/28^ABCDEF	4/6±0/00^AB	3/25±0/35^ABCD	3/8±0/14^BC
72h	4/25±0/21^AB	3/95±0/07^ABC	4/85±0/07^A	3/75±0/35^ABC	4/3±/014^AB
%1					
24h	3/65±0/21^BCD	3/1±0/14^DEF	4/1±0/14^BCD	3/25±0/07^ABCD	3/7±0/28^BC
48h	4/15±0/21^AB	3/75±0/35^ABCDE	4/3±0/14^ABC	3/55±0/35^ABCD	4/15±0/21^AB
72h	4/6±0/14^A	4/05±0/07^AB	4/5±0/14^AB	4/2±0/14^A	4/6±0/14^A
%2					
24h	3/1±0/14^DE	3/2±0/14^CDEF	3/2±0/28^EF	3/3±0/00^ABCD	3/15±0/14^CD
48h	3/45±0/07^CD	3/85±0/35^ABCD	3/5±0/00^DEF	3/65±0/21^ABCD	3/6±0/14^BC
72h	4/1±0/14^ABC	4/2±0/14^A	3/65±0/35^CDE	4/15±0/21^AB	4/1±0/14^AB
%3					
24h	2/65±0/21^E	2/8±0/14^F	2/9±0/14^F	2/7±0/28^D	2/85±0/21^D
48h	3/15±0/21^DE	3/35±0/21^BCDEF	3/2±0/28^EF	3/2±0/28^BCD	3/35±0/21^CD
72h	3/65±0/21^BCD	3/8±0/14^ABCDE	3/35±0/21^EF	3/7±0/28^ABC	3/85±0/21^BC

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها می‌باشد (P<0/05).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از آزمون‌های انجام شده، افزایش درصد غلظت پودر جوانه گندم بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی نوشیدنی کفیر تاثیر معناداری می‌گذارد. به‌طوری که نمونه حاوی 3 درصد پودر جوانه گندم بالاترین میزان اسیدیته، اتانول، مخمر و شمارش کلی میکروبی را داشت، همچنین در طول زمان نگهداری، میزان اسیدیته، اتانول و مخمرها در کلیه نمونه‌ها افزایش یافت در حالی که میزان pH، *Lactobacillus*، شمارش کلی میکروبی و ویسکوزیته ظاهری روند کاهشی داشتند و نمونه‌های کفیر حاوی پودر جوانه گندم رفتار جریان غیرنیوتنی را بر طبق مدل قانون توان نشان دادند، از طرفی ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها با افزایش غلظت جوانه گندم کاهش معنی‌داری یافته (P<0/001) و بر طبق نتایج ارزیابی حسی، کفیر تولید شده با یک درصد جوانه گندم بالاترین امتیاز ارزیابی کلی را در 72 ساعت دریافت نمود.

منابع

اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی، شیر و فراورده‌های آن، تعیین اسیدیته و pH، شماره 2852.

Abrahamsen, R. K., & Holmen, T. B. (1980). Yoghurt from hyperfiltrated, ultrafiltrated and evaporated milk and from milk with added milk powder. *Milchwissenschaft*, 35(7), 399-402.

Abrahamsen, R. K., & Holmen, T. B. (1981). Goat's milk yoghurt made from non-homogenized and homogenized milks, concentrated by different methods. *Journal of Dairy Research*, 48(3), 457-463.

Ataollahi, M., Akbari, S. A. A., Mojab, F., & Majd, H. A. (2015). The effect of wheat germ extract on premenstrual syndrome symptoms. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*: IJPR, 14(1), 159.

Batista, A. P., Raymundo, A., Sousa, I., & Empis, J. (2006). Rheological characterization of coloured oil-in-water food emulsions with lutein and phycocyanin added to the oil and aqueous phases. *Food Hydrocolloids*, 20(1), 44-52.

Bensmira, M., Nsabimana, C., & Jiang, B. (2010). Effects of fermentation conditions and homogenization pressure on the rheological properties of Kefir. *LWT-Food Science and Technology*, 43(8), 1180-1184.

Bylund, G. (1995). Dairy processing handbook. Tetra Pak processing systems. AB. S-221 86. Lund, *Sweden*, 18-23.

Chen, M. J., Liu, J. R., Lin, C. W., & Yeh, Y. T. (2005). Study of the microbial and chemical properties of goat milk kefir produced by inoculation with Taiwanese kefir grains. *Asian-Australasian journal of Animal Sciences*, 18(5), 711-715.

Corona, O., Randazzo, W., Miceli, A., Guarcello, R., Francesca, N., Erten, H., & Settanni, L. (2016). Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 572-581.

Cruz, A. G., Antunes, A. E. C., Faria, J. A. F., Chaves, A. C. S. D., Carvalho, L. M. J., & Saad, S. M. I. (2011). Leites fermentados e iogurtes probióticos e prebióticos. SAAD, SMI; CRUZ, AG da; FARIA, J. de AF Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas. São Paulo: *Varela*, 271-304.

Dadkhah, S., Pourahmad, R., Assadi, M. M., & Moghimi, A. (2011). Kefir production from soymilk. *Ann. Biol. Res*, *2*, 293-299.

Dimitreli, G., Gregoriou, E. A., Kalantzidis, G., & Antoniou, K. D. (2013). Rheological properties of kefir as affected by heat treatment and whey protein addition. *Journal of Texture Studies*, 44(6), 418-423.

Doğan, M. (2011). Rheological behaviour and physicochemical properties of kefir with honey. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6(3), 327-332.

Grønnevik, H., Falstad, M., & Narvhus, J. A. (2011). Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage. *International Dairy Journal*, 21(9), 601-606.

Gul, O., Mortas, M., Atalar, I., Dervisoglu, M., & Kahyaoglu, T. (2015). Manufacture and characterization of kefir made from cow and buffalo milk, using kefir grain and starter culture. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1517-1525.

Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., & Ibanez, F. C. (2005). Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry*, 90(4), 613-620.

Katsiari, M. C., Voutsinas, L. P., & Kondyli, E. (2002). Manufacture of yoghurt from stored frozen sheep's milk. Food chemistry, 77(4), 413-420.

Kök-Taş, T., Seydim, A. C., Özer, B., & Guzel-Seydim, Z. B. (2013). Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *Journal of Dairy Science*, 96(2), 780-789.

Krasaekoopt, W., Bhandari, B., & Deeth, H. (2004). The influence of coating materials on some properties of alginate beads and survivability of microencapsulated probiotic bacteria. *International dairy journal*, 14(8), 737-743.

Kwak, H. S., Park, S. K., & Kim, D. S. (1996). Biostabilization of kefir with a nonlactose-fermenting yeast. *Journal of dairy science*, 79(6), 937-942.

Leite, A. M. D. O., Miguel, M. A. L., Peixoto, R. S., Rosado, A. S., Silva, J. T., & Paschoalin, V. M. F. (2013). Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(2), 341-349.

Liu, J. R., & Lin, C. W. (2000). Production of kefir from soymilk with or without added glucose, lactose, or sucrose. *Journal of Food Science*, 65(4), 716-719.

Mahmoud, A. A., Mohdaly, A. A., & Elneairy, N. A. (2015). Wheat germ: an overview on nutritional value, antioxidant potential and antibacterial characteristics. *Food and Nutrition Sciences*, 6(2), 265.

Moreira-Rosário, A., Pinheiro, H., Calhau, C., & Azevedo, L. F. (2016). Can wheat germ have a beneficial effect on human health? A study protocol for a randomised crossover controlled trial to evaluate its health effects. *BMJ open*, 6(11), e013098.

Morkel, R. A. (2016). Vitamin B12 and folate enrichment of kefir by Propionibacterium freudenreichii and Streptococcus thermophilus strains (Doctoral dissertation, Cape Peninsula University of Technology).

Nalbantoglu, U., Cakar, A., Dogan, H., Abaci, N., Ustek, D., Sayood, K., & Can, H. (2014). Metagenomic analysis of the microbial community in kefir grains. *Food Microbiology*, 41, 42-51.

Pham, P. L., I. Dupont, D. Roy, G. Lapointe, and J. Cerning. (2000). Production of exopolysaccharide by Lactobacillus rhamnosus R and analysis of its enzymatic degradation during prolonged fermentation. Appl. Environ. *Microbiol*. 66:2302–2310.

Plessas, S., Nouska, C., Mantzourani, I., Kourkoutas, Y., Alexopoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2016). Microbiological Exploration of Different Types of Kefir Grains. *Fermentation*, 3(1), 1.

Puerari, C., Magalhães, K. T., & Schwan, R. F. (2012). New cocoa pulp-based kefir beverages: Microbiological, chemical composition and sensory analysis. *Food Research International*, 48(2), 634-640.

Rattray, F. P. and O'Connell, M. J. (2011). Kefir, Fermented Milks. Encyclopedia of Dairy Sciences, 6095: 518-524.

Rizzello, C. G., Cassone, A., Coda, R., & Gobbetti, M. (2011). Antifungal activity of sourdough fermented wheat germ used as an ingredient for bread making. *Food chemistry*, 127(3), 952-959.

Sayyad, S. A. F., Chaudhari, S. R., & Panda, B. P. (2015). Quantitative determination of ethanol in arishta by using UV-visible spectrophotometer. *Pharmaceutical and Biological Evaluations*, 2(5), 204-207.

Seleet, F. L., Assem, F. M., Abd El-Gawad, M. A., Dabiza, N. M., & Abd El-Salam, M. H. (2016). Development of a novel milk-based fermented product fortified with wheat germ. *International Journal of Dairy Technology*, 69(2), 217-224.

Shah, N. P. (2000). Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods. *Journal of dairy science*, 83(4), 894-907.

Simova, E., Beshkova, D., Angelov, A., Hristozova, T., Frengova, G., & Spasov, Z. (2002). Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 28(1), 1-6.

Srivastava, A. K., Sudha, M. L., Baskaran, V., & Leelavathi, K. (2007). Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. *European Food Research and Technology*, 224(3), 365-372.

Suriasih, K., Aryanta, W. R., Mahardika, G., & Astawa, N. M. (2012). Microbiological and chemical properties of Kefir made of Bali cattle milk. *Food Science and Quality Management*, 6, 2225-0557.

Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (1999). Yoghurt: Science and Technology.,(Woodhead Publishing Ltd: Cambridge, UK).

Zajšek, K., & Goršek, A. (2010). Effect of natural starter culture activity on ethanol content in fermented dairy products. *International journal of dairy technology*, 63(1), 113-118.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 4, Oct- Nov 2019, p. 395-406

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره 4، مهر - آبان 1398، ص. 406-395

The effect of wheat germ powder on physicochemical, microbial and sensory properties of kefir beverage

S. Ahmadian Mask[1], F. Tabatabaei Yazdi[2*], S. A. Mortazavi[2], A. Koocheki[2]

Received: 2018.11.19
Accepted: 2019.04.29

Introduction: Kefir is a traditional beverage produced by fermented milk with kefir grains, which is becoming increasingly popular throughout the world due to its health benefits and disease prevention properties beyond its basic nutritional value. The grains contain a mixture of complex microflora such as lactic acid bacteria, yeast and sometimes acetic acid bacteria which are lodged by a polysaccharide matrix calls "kefiran". Kefir is a self-carbonated beverage that owes its distinctive flavor to a mixture of lactic acid, ethanol, carbon dioxide and other flavor products such as acetaldehyde and acetone. Kefir has been recommended for the treatment of several clinical conditions such as gastrointestinal problems, hypertension, allergies, and ischemic heart disease. Kefir grain fermentations from various substrates have been evaluated and a wide variety of bioactive compounds have been observed, such as organic acids, CO_2, H_2O_2, ethanol, bioactive peptides, exopolysaccharides (kefiran), and bacteriocins. These compounds may act independently or together to produce the various health benefits attributed to kefir consumption. Nowadays, its popularity has been expanded worldwide and it is considered as a healthy product with high nutritional value in Europe, Asia, and South and North America. Wheat germ, corresponding to 2–3% of the total weight of wheat kernel, is almost systematically removed during milling since it adversely affects the keeping and processing quality of the flour. Wheat germ (WG) is widely recognized as a nutritious raw material for incorporation into food product formulations or as an independent food product. Wheat germ, containing about 8% - 14% oil (average 10%), is mainly used in food, medical and cosmetic industries as a source of oil. Unfortunately, the whole quantity of the germ produced in Iran is currently utilized in the production of animal fodder. According to chemical analyses, wheat germ contains magnesium, zinc, calcium, selenium, sodium, potassium, phosphorus, chromium, antioxidants including beta-carotene (for vitamin A), vitamin E, vitamin C, vitamin B_{12}, vitamin B_6, thiamin, riboflavin, niacin, folic acid, iron, amino acids, and enzymes, and has a high dietary and medicinal value. The purpose of this study was to investigate the effects of various concentrations of wheat germ powder on physicochemical, microbial and sensory properties of kefir beverage.

Materials and methods: A commercial freeze-dried Kefir starter culture (ABT_2) was purchased from Chr. Hansen (Denmark) also *Saccharomyces cerevisiae* was supplied from Saf-Levure (France). Cow milk were obtained from the Department of Food Engineering, Ferdowsi University of Iran. Wheat germ was supplied from Isar Qaynat Co. All chemicals were from Merck Co.

Steam stabilized wheat germ powder at 1, 2 and 3% levels with DVS starter and *Saccharomyces cerevisiae* at 25 ° C were transferred to full fat cow's milk and the fermentation was ended at pH 4.6. Microbial, physicochemical and sensory tests were performed at 24, 48 and 72 hours after inoculation. The pH and acidity of kefir were determined according to National Iranian Standard Number 2852. The viscosity was also determined using a Brookfield viscometer (spindle 3, USA) at the temperature of 5°C and a shear rate of 80.0 1/s. Spectroscopic measurement of alcohol was performed according to Sayyad et al. (2015). *Lactobacilli* counts were performed on MRS medium at an incubation temperature of 37°C for 3 days. Yeasts counts were carried out on YGC at an incubation temperature of 25°C for 5 days. Total counts were performed on PCA at an incubation temperature of 30°C for 2 days. All statistical calculations were completed using the Minitab Version 16. Analysis of variance (ANOVA) was carried out using the general linear model (glm) procedure and Tukey test was used to determine the differences among means.

Results and discussion: Wheat germ is a by-product derived from the wheat milling industry and is a rich source of vitamins, proteins, dietary fiber and minerals. Due to its antioxidant, sterol and essential amino acids contents, it has a lot of health effects and is known as a nutritious raw material for its composition in food formulations. Therefore, in this study it was used to produce kefir beverage to produce a high-nutritional product. Based on the obtained results, increasing the percentage of wheat germ powder concentration on the physicochemical, microbial and sensory properties of kefir

1 And 2. Former MSc student and Professor, Department of food science and technology, Faculty of agriculture, Ferdowsi university of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: Tabatabai@um.ac.ir)

beverage has a significant effect. The sample containing 3% wheat germ powder showed the highest acidity, ethanol, yeast and total microbial count, during the storage period, acidity, ethanol and yeasts increased in all samples, while pH, *Lactobacilli*, total microbial count and apparent viscosity had decreasing trend and samples of kefir containing wheat germ powder showed non-Newtonian flow behavior according to the power law model. On the other hand, the apparent viscosity of the samples significantly decreased with increasing wheat germ concentration. According to the sensory evaluation results, kefir produced with one percent wheat germ received the highest overall score within 72 hours after inoculation.

Key words: Kefir, Wheat germ, Viscosity, Microbial count, Sensory analysis